

数字驱动的创新创业学科知识图谱建设路径

刘丹, 林安琪, 王蕊, 杨佳欣

(北京邮电大学经济管理学院, 北京, 100876)

[摘要] 随着人工智能在教育领域的广泛应用, 高校创新创业教育正朝着智能化、个性化的方向蓬勃发展。学科知识图谱作为一种庞大的语义网络工具, 可将知识点与知识点以及知识点与教学资源之间的联系建立起来, 在创新创业教育中展现出广阔的应用前景。创新创业学科知识图谱能够实现对学科知识的抽取和表达, 形成知识的动态循环, 重构创新创业课程基础知识关系, 构建完整的学科知识体系, 从而实现智能化的“教”和个性化的“学”。可通过以下路径构建创新创业学科知识图谱: 首先, 构建创新创业学科的多模态静态教学资源数据库; 然后, 形成多模态动态教学过程数据库以记录和分析教学过程中的动态信息; 最后, 构建创新创业学科知识图谱以促进教学资源的有效整合和知识的动态更新。

[关键词] 数字驱动; 创新创业; 学科知识图谱; 知识体系; 教学创新

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2024)04-0030-06

一、创新创业教育智能化发展趋势

习近平同志强调, 中国高度重视人工智能对教育的深刻影响, 积极推动人工智能和教育深度融合, 促进教育变革创新, 充分发挥人工智能优势, 加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加灵活开放的教育^[1]。在经济高质量发展迈向新阶段的过程中, 数字技术的崛起引发了教育领域的根本性改变, 引领了整个教育行业的巨大变革。当代数字技术的迅猛发展不仅加速了高校教学由传统教学方式向数字化教学方式的转变^[2], 而且催生出了一种全新的教学模式, 这种新型教学模式具备了精准化、场景化、协同化、混合化等特征^[3]。

创新创业教育在教育过程中通过特定的课程、活动和环境培养学生的创新思维、创业精神

以及与创业相关的知识和技能, 激发学生的创造力和创业动机, 帮助他们适应快速变化的经济环境, 并为未来的职业生涯做好准备。创新创业教育是一个全面而综合的培养模式, 需要构建一个包含课堂教学、自主学习、实践结合、指导帮扶的综合性学习体系。

近年来, 人工智能的发展已经从初级的计算智能阶段逐步演进, 跨越了以语音及图像识别技术为主的感知智能阶段, 迈入了以理解、解释、推理为核心的认知智能新纪元^[4], 创新创业教育的信息化、智能化在给我们带来机遇的同时, 也使我们面临一系列挑战。在高速发展的数字技术的驱动下, 创新创业教育需要与现有的智能技术充分结合, 持续进行良性改革, 深入探索创新创业学科发展路径, 实现“以数字技术之力,

[收稿日期] 2024-02-05; **[修回日期]** 2024-08-03

[基金项目] 北京市教育改革基金北京市本科教改重点项目“北京市高校社会创新与社会创业实践研究与平台建设”(2022年); 北京邮电大学教育教学改革项目“‘学赛一体, 研创融教’课程体系研究”(2021CXCY); 北京邮电大学研究生教育教学改革项目“专业学位研究生创新创业实践基地建设模式研究与探索——以北邮经济管理学院为例”(2021Y032)

[作者简介] 刘丹, 女, 江西宜春人, 博士, 北京邮电大学经济管理学院教授, 主要研究方向: 创新与创业管理, 联系邮箱: liudan@bupt.edu.cn; 林安琪, 女, 河北衡水人, 北京邮电大学经济管理学院硕士研究生, 主要研究方向: 创新与创业管理; 王蕊, 女, 河北石家庄人, 北京邮电大学经济管理学院高级工程师, 主要研究方向: 创新创业教育; 杨佳欣, 女, 辽宁丹东人, 北京邮电大学经济管理学院硕士研究生, 主要研究方向: 创新与创业管理

为青年创新发展赋能”, 以满足新时代人才培养的需要。

二、学科知识图谱在创新创业教育中的应用

学科是知识系统化整理与分类的产物, 是一定知识领域或一门科学的分支, 是人类知识体系得以构建和拓展的基本单元。学科知识图谱是围绕某一学科知识及其相关拓展资源构建的网状知识结构框架。此框架旨在通过“关系”的视角为理解和探索知识提供新途径, 即依据“知识间的相互关联”来整合多样化的教育资源^[5]。在具体实施层面, 学科知识图谱依赖于知识获取、识别、抽取及融合等技术的综合运用^[6], 将知识要素(如学科概念、基本原理等)作为“结点”呈现, 并通过“边”来表征这些知识要素之间具有教育价值的认知联系, 如包含关系、因果关系等^[7]。在这一过程中, 每个结点既相互独立又相互依存, 每条边则承载了知识间逻辑与结构的桥梁作用, 最终, 这些结点与边共同构成了一个虽错综复杂但逻辑清晰的知识网络图, 全面展示了学科知识体系的内在逻辑与整体架构。作为一种实现数据知识化和知识关联的有效手段, 学科知识图谱受到了众多学者的青睐^[8]。

通过学科知识图谱, 我们可以深入了解学生对知识概念的掌握情况以及对知识概念间关系结构的理解深度, 为教师提供坚实的数据支撑, 使教师能够基于客观数据做出教学决策, 从而实现教学过程及时干预与灵活调整, 最终不仅能够增强教学的针对性和有效性, 而且可以促进学生学习成效的持续提升, 为学生的个性化、适应性学习奠定基础。学科知识图谱作为一种庞大的语义网络, 可以有效构建起知识点之间以及知识点与各类教学资源之间的联系。学科知识图谱在教育领域中具有重要的基础性作用, 广泛渗透于教育语义分析、学习资源的语义关联、个性化学习者模型建立、在线教学平台开发、智能化答疑系统实现以及学习资源的个性化推荐服务等方面^[9], 助力创新创业教育的信息化发展和新型教学资源建设。

三、学科知识图谱研究现状

关于知识图谱的研究主要可以划分为两大分支: 一类是在信息资源管理领域内, 通过文献计量学方法对科学文献中的知识进行系统化分析与可视化呈现的科学知识图谱, 另一类是计算机科学领域中, 通过对海量网络资源进行结构化整理构建出具有广泛覆盖性和深度关联性的大规模知识图谱。总体而言, 知识图谱的核心价值在于依据知识的内在逻辑与关联性, 对人类社会的知识体系进行抽象化表达^[10]。

近年来, 随着研究的不断深入, 国内外众多学者开始将知识图谱技术引入教育领域, 探索其在教育信息组织、知识传播及学习路径优化等方面的应用, 并产出了大量的研究成果。Lei 等人提出, 在教育领域, 学科知识图谱作为一种连接知识点与教学资源的语义网络发挥着至关重要的作用, 在学习资料的语义关联、学习者特征刻画以及学习资源定制化推送等方面具有重要意义^[9]。李振等研究人员对教育知识图谱进行了定义, 他们认为这是一种以知识元为节点、通过多维语义关系表达知识间关联的网状结构, 可帮助教育者更好地理解和应用多维语义关系, 从而更全面地呈现学科知识以及学习者的认知状态, 此外, 他们还给出了教育知识图谱的构建方法以及应用场景^[11]。万海鹏等人多次强调教育知识图谱在教育智慧化研究中的重要性, 提出了学科知识图谱的概念——建立在知识之间的语义关系之上的逻辑关联网络, 强调了在教育过程中知识之间的语义联系, 并着重将其与教学目标和学生认知状态相结合, 提出了认知地图的概念^[12]。李艳燕等则给出了能够服务于教育智慧化的教育知识图谱的定义、构建方法和相关应用^[13]。

在丰富的理论研究基础上, 研究者开展了大量学科知识图谱应用方面的研究。吴彦文等通过融合学科知识图谱与学习者特征画像, 创新性地建立了学习资源关联推荐模型, 并验证该模型能促进学习者在线课程学习能力的提升^[14]。郭宏伟则展示了学科知识图谱通过优化课程知识架构,

助力高校在线课程构建,帮助教师实施精准教学与学生实现个性化学习的路径^[15]。马宁等人的研究进一步扩展了知识图谱的应用领域,将其引入教师在线培训领域,并发现群体共创的知识图谱不仅提升了教师的专业知识与能力,还增强了知识建构过程中的互动深度^[16]。涂建华等利用知识图谱的可视化特性,直观展现知识点间的关联与整体知识框架,引导学生高效、智能地学习^[17]。王冬青等学者基于学习者的历史学习数据评估学生对知识点的掌握情况,设计了基于知识图谱的个性化习题推荐系统并验证其可以为学习者提供更加精准且高效的习题推荐服务^[18]。

四、创新创业学科知识图谱建设路径

创新创业学科是高等教育中的一个重要领域,旨在培养学生的创新精神、创业意识和创新创业能力。根据2012年教育部办公厅印发的《普通本科学校创业教育教学基本要求(试行)》,创新创业教育应面向全体学生,注重引导,分类施教,结合专业,强化实践。具体的教学内容涵盖了教授创业知识、锻炼创业能力和培养创业精神三个方面^[19],课程内容主要包括创业的基本概念、基本原理、基本方法和相关理论。

创新创业学科知识图谱可对创新创业知识进行抽取和表达,形成知识的动态循环,重构创新创业课程基础知识关系,构建完整的学科知识体系,实现针对性的“教”和学生个性化的“学”。在这一过程中,数字技术发挥着重要的驱动和赋

能作用。通过数字技术,我们可以实现知识的数字化、智能化管理和自动更新,从而更好地组织、呈现和传播学科知识,为学科知识图谱更加高效、精准地管理和更新知识提供技术支撑。此外,数字技术不仅可以提升知识获取和传播的效率,还能更好地发现和利用不同学科之间的关联性促进学科之间的跨界交叉与融合,打造更完备的创新创业学科知识体系,并且这种数字化的学科知识图谱的建设将有助于为创新创业教育和实践提供更加优质与多样的知识资源,进一步促进学生创新创业能力的培养。通过与数字技术结合,创新创业学科知识图谱可以更好地推动智能化、个性化以及终身化的智慧教育服务体系发展,进而推进教学方法改革和对新的教学资源建设路径及人才培养模式的探索,真正为创新创业学科的智慧教育注入新的活力。

创新创业学科知识图谱的构建主要包括以下三个内容:首先,对高校创新创业教育中专业知识、行业知识、商业知识三方面的数字资源进行清理整合,构建创新创业学科多模态静态教学资源数据库。其次,对创新创业教育中的教学评价数据和教学互动数据进行整合评估,构建创新创业学科多模态动态教学过程数据库。最后,建立创新创业学科知识图谱,包括知识本体构建、知识提取、知识表达以及知识融合这四个方面。创新创业学科知识图谱建设框架如图1所示。

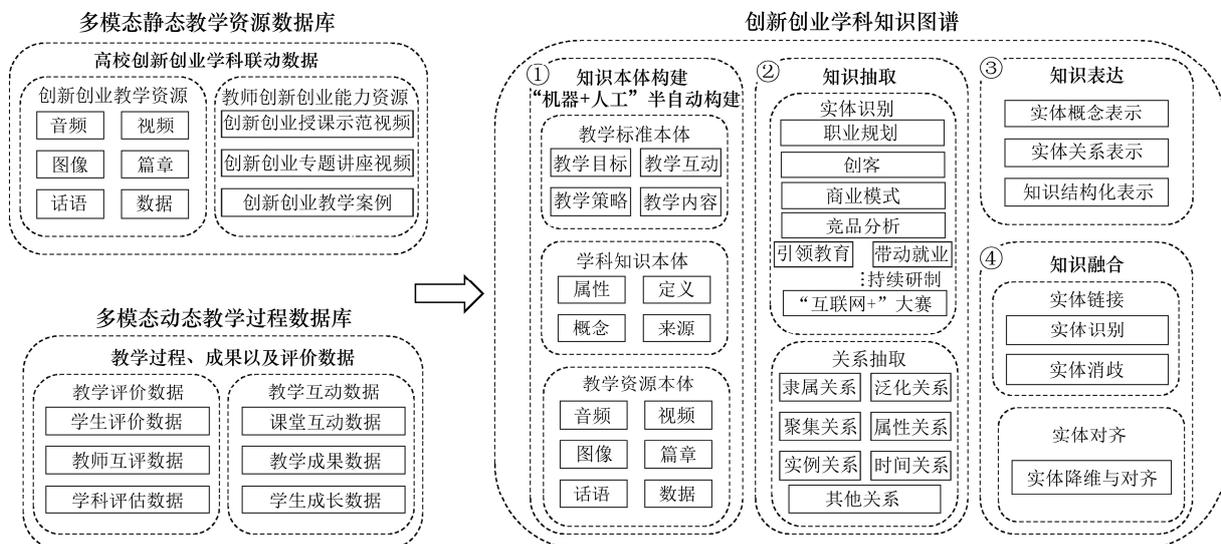


图1 创新创业学科知识图谱建设框架

(一) 构建创新创业学科多模态静态教学资源数据库

当前创新创业教育呈现专业细分化、基础形式化、实践虚拟化和知识碎片化的“四化”特征,与创新创业人才培养要求存在较大差距。在创新创业课程中,学生不仅应注重对理论知识的综合与应用,还应接受人文与社会科学知识的教育和创新创业精神的培养,不断提升沟通与交流能力,努力实现理论知识与社会实践相结合。

多模态静态教学资源数据库主要由跨学科专业知识、行业知识、商业知识三部分构成。教学资源数据库的构建能够帮助学生实现跨学科知识的深度整合。教师可以借助教学资源数据库,运用实验探索、启发式教学、翻转课堂策略及失败案例分析等多元教学手段,让学生学会如何将不同学科的知识相互融合,并且在实践中灵活运用^[20]。

通过搜集各大院校及其他相关部门的数字教学资源以及教学过程数据,实现原始数据的采集。同时,运用人工智能技术,有效地收集、整合、关联并分析教学环境中捕捉到的文本记录、语音交互、视觉观察和图像识别等多模态学习行为数据,以形成高校创新创业学科联动数据,构建创新创业学科多模态静态教学资源数据库。

(二) 构建创新创业学科多模态动态教学过程数据库

在知识图谱的个性化推荐模型相关研究中,有学者强调了对学生学习情况进行即时评估的重要性,同时,依据学习者的个性化需求为其提供学习路径规划、学习伙伴匹配、学习资源及习题定制等服务也是至关重要的。在师生教与学的互动过程中会不断生成多样化数据,涵盖平台登录的元数据、学生独特的学习偏好特征、教师独特的教学特色、学习资源的设计与发布以及知识分享行为的记录等。这些数据蕴含着重要价值,可以为优化学习资源推荐系统、优化学生与教师个性化成长路径规划、提高教学管理水平等提供重要参考。在此背景下,用户画像的构建则能有效服务于上述各项应用的实施与迭代^[21]。

构建基于学科知识图谱的学习者画像,能有

效解析学生的学习行为数据,精准把握其学习进展与当前状态,进而科学评估学生能力实现程度。在此基础上,我们能够有效定制个性化的学习路径,以促进学习的个性化和高效性^[21]。此外,通过实时产生的创新创业教学过程数据,我们可以及时对知识点的难易程度等属性值以及知识点之间的关联度强弱进行校正,并利用学科知识图谱的深度语义分析能力更好地为学生推荐个性化的学习资源,促进学习成效的提升。

教学评价数据包括学生评价数据、教师互评数据、学科评估数据三个部分。教学互动数据包括课堂互动数据、教学成果数据、学生成长数据。通过课堂录播工具和互动教学工具进行基于图像识别的课堂教学质量评价研究,可实现教师教学类型画像、教学预警、教学报告及反馈等。

构建创新创业学科多模态动态教学过程数据库,一方面可以将创新创业学科教学评价体系系统化,促进学生主动学习和主动交流,提升学习积极性和自主性;另一方面,在充足教学资源供给的基础上,可将教学过程的数据进行实时监控和历时分析,为教学管理和教学研究提供基础性参考数据。在充分的数据支撑下,有望构建智能化学习测评和考核机制,教学的针对性和个性化也会因此得到实质性提升。

(三) 构建创新创业学科知识图谱

对多模态静态教学资源数据以及多模态动态教学过程数据进行数据清洗之后,通过知识本体构建、知识抽取、知识表达以及知识融合进行创新创业学科知识图谱的构建。

知识本体构建是难点。知识本体包含教学标准本体、学科知识本体以及教学资源本体三部分。教学标准本体包括教学互动、教学内容等在内的一些单元数据。学科知识本体表达的是知识点所包含的属性,例如来源、概念等。教学资源本体则涵盖音频、视频、文本、图像等教学资源。由于创新创业学科知识具有一定的复杂性,因此在构建方式上采用“机器+人工”的半自动的方式,一方面邀请行业专家进行本体设计以保证本体的专业性,另一方面可以依托深度学习技术自动完成本体设计以提升效率。

知识抽取环节主要包含实体识别与关系抽取两大部分,创新创业学科教学数据可以采用经典实体识别方法 BiLSTMCRF 进行处理。首先,创新创业学科知识涵盖大量文本信息, BiLSTM 模型能够有效地捕捉文本中的语义信息、提取深度特征,借助条件随机场(CRF)模型对文本序列进行标注,有助于精准识别出文本中的实体,如人物、概念、事件等。此外,随着数字化技术的普及,创新创业学科知识往往涉及图像、视频等多种形式的教学数据,针对这种多模态教学数据,可以创新性地结合 CNN 和 RNN 对图像和视频中的语义信息进行解析,从而更全面地理解多模态数据所蕴含的信息,在实体识别任务中综合考量文本、图像、视频等多维度信息,提高实体识别的准确性和全面性。

在知识表达方面,关注点在于如何将多模态信息结合起来以充分表达创新创业学科知识。ITMEA 利用深度卷积神经网络 VGGNet 结合 TransE 和 TransD 的技术,将文本信息和图像信息嵌入统一的低维空间中,实现了数据降维并丰富了多模态知识的表示能力。通过这种创新的方法,我们可以更好地整合跨领域的创新创业学科知识,为学生提供更加多元化和深入的学习体验。

最后,在知识融合部分,通过实体链接以及实体对齐等方法对多源异构、语义多元的数据进行整合、消歧、合并等操作。

五、结语

学科知识图谱不仅在理论上日益丰富,在解决实际问题中也表现出良好的适用性和可操作性。将多模态静态教学资源与动态教学过程数据结合构建创新创业学科知识图谱,通过对学科知识的抽取和表达,形成知识的动态循环,重构创新创业课程基础知识关系,构建完整的学科知识体系,从而实现教师智能化地“教”和学生个性化地“学”。创新创业学科知识图谱的构建可以为创新创业教育提供所需的新型教育资源,推进教学方法改革,探索创新创业人才培养新模式,助力智能化、个性化和终身化的智慧教育服务体系的发展。

参考文献:

- [1] 安钰峰. 学习习近平网络强国战略思想 建设中国特色网络强国[J]. 学校党建与思想教育, 2021(15): 4-7.
- [2] 张晓华. 数字时代 AI 助推高职创新创业教育发展机制研究[J]. 山东教育(高教), 2021(Z1): 80-82.
- [3] 肖银洁, 吕宏山. 教育数字化赋能高校教学新形态的风险审视与纾解路向[J]. 大学教育科学, 2023(2): 24-32, 92.
- [4] 李艳燕, 张香玲, 李新, 等. 面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 60-69.
- [5] 万海鹏, 成玲娜, 程玉梅. 基于学科知识图谱的信息技术在线课程设计研究[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(8): 121-128.
- [6] 漆桂林, 高桓, 吴天星. 知识图谱研究进展[J]. 情报工程, 2017, 3(1): 4-25.
- [7] 余胜泉, 李晓庆. 区域性教育大数据总体架构与应用模型[J]. 中国电化教育, 2019(1): 18-27.
- [8] 王昊奋, 丁军, 胡芳槐, 等. 大规模企业级知识图谱实践综述[J]. 计算机工程, 2020, 46(7): 1-13.
- [9] LEI Y, UREN V, MOTTA E. Semsearch: A search engine for the semantic web[C]// STEFFEN S, VOJTECH S. Managing Knowledge in a World of Networks: 15th International Conference, EKAW 2006. Berlin: Springer-Verlag, 2006: 238-245.
- [10] 肖仰华, 等. 知识图谱: 概念与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2020.
- [11] 李振, 周东岱. 教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 78-86, 113.
- [12] 万海鹏, 王琦, 余胜泉. 基于学习认知图谱的适应性学习框架构建与应用[J]. 现代远距离教育, 2022(4): 73-82.
- [13] 李艳燕, 张香玲, 李新, 等. 面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 60-69.
- [14] 吴彦文, 孙晨辉, 李斌. 知识图谱助力学科教学——以大学模拟电子技术基础课程为例[J]. 软件导刊, 2020, 19(12): 195-198.
- [15] 郭宏伟. 基于智能教育的高校在线课程知识图谱构建研究——以中国医学史为例[J]. 中国电化教育, 2021(2): 123-130.
- [16] 马宁, 杜蕾, 张燕玲, 等. 群体知识图谱建构对教师在

- 线学习与交互的影响研究[J]. 电化教育研究, 2021, 42(2): 55-62.
- [17] 涂建华, 肖珺怡, 姜广峰. 构建微积分知识图谱 助推一流课程建设[J]. 中国大学教学, 2020(11): 33-37.
- [18] 王冬青, 殷红岩. 基于知识图谱的个性化习题推荐系统设计研究[J]. 中国教育信息化, 2019(17): 81-86.
- [19] 连仙枝. 高职院校创新创业课程体系内容研究[J]. 晋城职业技术学院学报, 2023, 16(2): 30-32.
- [20] 柳剑, 李云伍, 关正军, 等. 西南大学智能农机创新实验班教学模式[J]. 农业工程, 2022, 12(1): 121-125.
- [21] 马富龙, 张泽琳, 闫燕. 学科知识图谱: 内涵、技术架构、应用与发展趋势[J]. 软件导刊, 2024, 23(3): 212-220.

The path to constructing a digital-driven knowledge graph in innovation and entrepreneurship education

LIU Dan, LIN Anqi, WANG Han, YANG Jiixin

(School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: With the widespread application of artificial intelligence in the field of education, innovation and entrepreneurship education in colleges and universities is booming in the direction of intelligence and personalization. As a huge semantic network tool, the subject knowledge graph can establish the connection between knowledge points and between knowledge points and teaching resources, and shows a broad application prospect in innovation and entrepreneurship education. The knowledge graph of innovation and entrepreneurship can realize the extraction and expression of subject knowledge, form a dynamic cycle of knowledge, reconstruct the relationship between the basic knowledge of innovation and entrepreneurship courses, and build a complete subject knowledge system, so as to realize intelligent “teaching” and personalized “learning”. The knowledge graph of innovation and entrepreneurship can be constructed through the following paths: firstly, a multi-modal static teaching resource database of innovation and entrepreneurship discipline is constructed; Then, a multi-modal dynamic teaching process database is formed to record and analyze the dynamic information in the teaching process. Finally, the knowledge graph of innovation and entrepreneurship is constructed to promote the effective integration of teaching resources and the dynamic update of knowledge.

Key Words: digitally driven; innovation and entrepreneurship; subject knowledge graph; body of knowledge; pedagogical innovation

[编辑: 陈雪萍]